

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-133308

(43)Date of publication of application : 21.05.1999

(51)Int.Cl.

G02B 21/06

G02B 21/02

G02B 21/08

(21)Application number : 10-240403

(71)Applicant : OLYMPUS OPTICAL CO LTD

(22)Date of filing : 26.08.1998

(72)Inventor : CHO KAZUHIKO  
SUKEGAWA MINORU  
KAWASAKI KENJI

(30)Priority

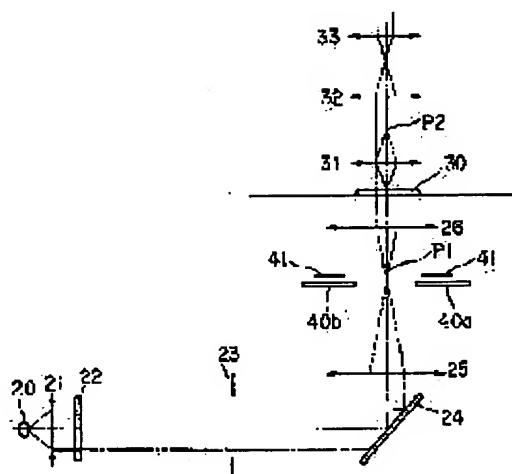
Priority number : 09234070 Priority date : 29.08.1997 Priority country : JP

## (54) TRANSMITTED ILLUMINATION DEVICE FOR MICROSCOPE

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To visualize a phase sample with good contrast and to specify structure or distribution by providing at least two light shielding bodies arranged at or near a position conjugate with the pupil position of an objective lens and controlling the shape of an aperture formed in the pupil of the objective lens.

**SOLUTION:** In a transmitted illumination optical system; at least two light shielding bodies 40a and 40b are arranged to independently move at or near the position (that is, a pupil position P1) conjugate with the pupil position P2 of the objective lens 31. By moving the light shielding bodies 40a and 40b, the shape of the aperture formed in the pupil of the lens 31 is controlled. Namely, the angle and the quantity of illuminating light illuminating the sample 30 are consecutively changed, so that the rate of the intensity of the illuminating light directly made incident on the lens 31 and the diffracted light emitted from the sample 30 is consecutively adjusted, and the optimum observation is performed in accordance with the sample 30.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

## (19) 日本国特許庁 (J P) (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-133308

(43) 公開日 平成11年(1999) 5月21日

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	G 02 B	21/06	21/02	21/06	F 1	G 02 B	21/06	21/02	21/06

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 23 頁)

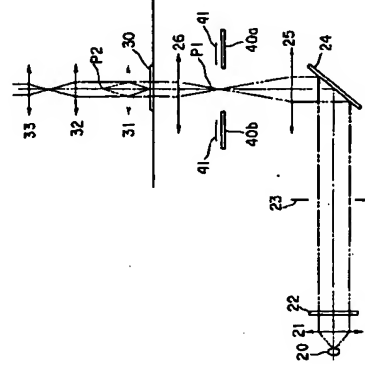
(21) 出願番号	特開平10-240403	(71) 出願人	000000376 オリオン光学工業株式会社
(22) 公開日	平成10年(1998) 8月26日	(72) 発明者	長 知彦 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号
(31) 優先権主張番号	特開平9-234070	(72) 発明者	堀川 実 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号
(32) 優先日	平 9 (1997) 8月29日	(72) 発明者	川崎 健司 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号
(33) 優先権主張国	日本 (J P)	(72) 発明者	井理士 鈴江 武彦 (外4名) オリオン光学工業株式会社

## (54) 発明の名称 顕微鏡透過照明装置

## (31) 【要約】

【課題】低倍から高倍領域において、位相補本をコン  
トラスト良く可視化して、その階調や分布を特定可能に  
する顕微鏡の照明装置を提供する。

【解決手段】本発明の顕微鏡は、光源20から集めた光  
を標本30に照明するコンデンサレンズ26を具備した  
透過照明光学系と、標本30を観察する対物レンズ31  
を具備した観察光学系とを有する。透過照明光学系内  
において、対物レンズの位置と共役位置又は共役近傍な  
位置に、対物レンズ31の筒内に形成される開口の形状  
を制御する少なくとも2つの透光体40a, 40bが設  
けられている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 光源と、この光源から集めた光を集光し  
標本を照明するためのコンデンサレンズとを具備した透  
過照明光学系と；標本を観察するための対物レンズを含  
む観察光学系と；を有する顕微鏡に用いられる透過照明  
装置において、

前記透過照明光学系内にあって、前記対物レンズの位置  
と共役位置又は共役近傍な位置に配置され、前記対物  
レンズの筒内に形成される開口の形状を制御する少なく  
とも2つの透光体を有することを特徴とする顕微鏡透過  
照明装置。

【請求項2】 前記対物レンズの筒内に形成される開口  
の光強度を部分的に制御する光学部材を、前記透光体の  
配置された位置、もしくはこの近傍位置に少なくとも1  
つ配置したことを特徴とする請求項1に記載の顕微鏡透  
過照明装置。

【請求項3】 前記コンデンサレンズは開口絞りを有  
し、前記透光体を開口絞りに位置近傍に配置したことを特  
徴とする請求項1又は2に記載の顕微鏡透過照明装置。

【請求項4】 前記対物レンズの筒の面積をD1、前記  
透光体によって形成された前記対物レンズの筒内に形成  
される開口部分の面積をD2とした場合、 $D2/D1 \leq$   
 $0.5$ を満足することを特徴とする請求項1乃至3のい  
ずれか1項に記載の顕微鏡透過照明装置。

【請求項5】 前記コンデンサレンズの照明可能な最大  
の開口数をNA1、前記コンデンサレンズの最大の照明  
範囲を照明可能な対物レンズの開口数をNA2とした場  
合、 $NA2/NA1 < 0.6$ を満足する請求項1乃至5  
のいずれか1項に記載の顕微鏡透過照明装置。

【請求項6】 前記コンデンサレンズは、開口絞りを有  
すると共に、この開口絞りと標本の間に少なくとも1つ  
も1つのレンズ群が、低倍率と高倍率に応じて湾曲、又  
は切換え可能に構成されており、前記透光体は、低倍率  
時のコンデンサレンズの位置、もしくはその位置近傍の  
近傍に配置されることを特徴とする、請求項1に記載の  
顕微鏡透過照明装置。

【請求項7】 前記コンデンサレンズの高倍率側の焦点  
距離をF1、低倍率側の焦点距離をF2とした場合、 $F$   
 $1/F2 < 0.45$ を満足することを特徴とする請求項  
6に記載の顕微鏡透過照明装置。

【請求項8】 顕微鏡の対物レンズの筒内に形成される  
開口の形状を制御して、標本を透過して前記対物レン  
ズに入射する直進光と回折光の強度の割合を調節し観察さ  
れる標本のコントラストを変化させることを特徴とする  
顕微鏡透過照明装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、各種顕微鏡に適用  
可能な透過照明装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来より、無色透明な各種の位相補本を  
可視化し、観察することができるように、位相差観察  
法、微分干渉観察法、変調コントラスト法、偏光照明法  
等が提案されている。

【0003】 上記位相差観察法は、顕微鏡の照明光学系  
の筒位置にリングスリットを配置し、リングスリットと  
共役な位置にある結像光学系の瞳に、リングスリットと  
共役な形状の位相補を配置するものである。この観察法  
の長所は、構造間の屈折率差が小さい標本や、細胞の類  
10 粒状の微小構造等についても、高い検出感度で鮮明なコ  
ントラストのついた観察像が得られることである。これ  
に対し、この観察法の短所は、標本の構造の端部が白く  
光って見える、ハローと呼ばれる現象により、構造の輪  
廓が隠蔽しにくい点である。さらに、照明光学系に配置  
15 されたリングスリットと観察光学系の瞳面に配置された  
位相補を投影し一致させなければならない。リングスリッ  
トから位相補面までの距離の収容性能を良好にする必要が  
ある。位相差観察法においては、高倍率での観察は問題  
ないが、低倍率や高倍率での観察は収容性能を良  
20 好に補正することはできない。実際、位相差観察法が可  
能なのは、4倍の対物レンズ程度までである。

【0004】 微分干渉観察法は、複屈折結晶により生じ  
た直交する2つの偏光を得本面上に偏光にすらして照明  
し、これらを干渉させることで得本の微小な構造を観察  
25 するものである。この観察法の長所は、非常に高いコン  
トラストで、立体感のある観察を行うことができる点で  
ある。これに対し、この観察法の短所は、複屈折結晶を  
使用するため高価であり、偏光を用いた観察であるた  
め、偏光状態に影響を与えるような物質や場合がある  
30 は、正確な観察像を得られない。例えば、プラスチック  
シャーレは、微分干渉観察には不適である。これは、プ  
ラスチックの複屈折により、偏光が乱れるためである。  
さらに、照明光学系におけるレンズや対物レンズの歪み  
によって偏光状態が乱れるので、専用の対物レンズ等  
35 が必要となる。また、2つの光を干渉させるため、実  
際に観察が可能なのは、4倍の対物レンズ以上であり、  
低倍や高倍の観察には不適である。

【0005】 変調コントラスト観察法は、特開第51-  
128548号に開示されているように、顕微鏡の照明  
光学系の筒位置にスリットを配置し、結像光学系の瞳位  
40 置に透過率の異なる領域を収容配置するものである。透  
過率、スリットと共役な領域に、適当な透過率をもつ吸収  
膜を配置し、それに隣接した一方の側を透過領域、他方  
の側を斜光領域とする。筒面上では、標本内の構造によ  
る屈折の大小によって光の透過する割合が異なり、それ  
に伴って透過率も変化する。この観察法の長所は、比較  
45 的安価な構成により、位相物体に陰影をつけて立体感の  
ある像が得られることである。また、上記した位相差観  
察法で見られるハローがないため、構造の輪郭を観察し



透光された領域は、図Bにおける右側の黒い領域に対応する。

【0029】図8に示した状態から、透光体40bを、更に透光体40aの周りに移動させ、両者の間隔を狭くした状態を図9に示す。この状態の図Bにおける開口形状は、図8に示すように、根本30に直接入射する照明光、図において、図Bの左側の細長い狭い領域のみである。このように、透光体40a、40bを独立に移動させることで、照明光の開口形状を制御でき、両者の間隔を狭くすることで、透光体40a、40bを任意に移動させる。また、各透光体40a、40bを任意に移動することで、対物レンズの瞳内に形成される開口形状の制御が可能となる。すなわち、根本30を照射する照明光の角度及び光量が連続的に変化することによって、対物レンズに直接入射する照明光と根本30から発する、回折光の強度の割合を連続的に調節することができ、根本30に於いて最適な観察が行えるようになる。

【0030】また、図10に示すように、各透光体40a、40bを移動させて図Cを透光することで、対物レンズに入射する直接光をカットし、根本30からの散乱光を観察する暗視野照明とすることも可能となる。この場合、暗視野照明の照明の光量および角度は、図Cを透光した状態で、透光体40a、40bの間隔と位置を変化させることで調節可能である。

【0031】なお、以上のような光学系は実施例図に適用可能である。図11乃至(d)は、矢方図7乃至図10に対する図であり、上記した光学系を實體顕微鏡に適用した場合の電と透光体との位置関係を示す図である。図11において、符号C1、C2で示す円は、實體顕微鏡の左右それぞれ対物レンズの開口に当たる透光体40a、40bの位置を示す図であり、左右の対物レンズの位置における光の入射状態を示している。

【0032】ここで、本発明に係る透過照明装置を實體顕微鏡に組み込んだ構成例を説明する。図5は、實體顕微鏡の全体構成を示す側面図である。この實體顕微鏡00は、後述する透光体切替用のレバー210a(210b)、フィルタレバー202、ポリウムつまみ203、必要に応じて設けられるミラー傾き調整レバー204を有する透過照明系205と、ランプハウスの内部に、集光部Fと、集光部Fと、接眼レンズEと、接眼レンズEと、対物レンズTと、接眼レンズEとを備えている。なお、試料Sは、透過照明系の表面に設置され、左右2つある接眼レンズEを介して観察される。

【0033】上記した透光体40a、40bの駆動機構を、図12乃至図15を参照して説明する。

【0034】図12に示すように、各透光体40a、40bは、図5に示した透過照明系205を構成する透光体205aの上面をそれぞれ独立して貫通されると共に、スライド可能な2本のレバー210a、210b

の先端部の内側に取り付けられている。各レバー210a、210bは、矢印方向に独立して操作可能であり、これによって、図8乃至図10で示したように、透光体40a、40bを、左右の観察光学系の光軸を水平面と平行な方向に対して直交する方向（観察者に対して前後方向）に移動させることができる。なお、各レバー210a、210bの後端部に並進機構（図示せず）を設け、両透光体が移動するように構成してもよい。

【0035】図13は、透光体及びその駆動機構の第2の構成例を示す図である。

【0036】各透光体40a、40bは、図5に示した透光体205aの側面に対して、斜め方向に、それぞれ独立して貫通されると共に、矢印方向に独立してスライド可能な2本のレバー211a、211bの先端部の内側に取り付けられている。このように、各透光体の移動を独立して操作レバーは、図5に示した透光体205aの側面に対して、斜め方向に、それぞれ独立して貫通されると共に、矢印方向に独立してスライド可能な2本のレバー211a、211bの後端部に並進機構を設けて、両透光体が移動するように構成してもよい。

【0037】図14は、透光体及びその駆動機構の第3の構成例を示す図であり、図(a)は平面図、図(b)は側面図である。

【0038】各透光体40a、40bには、図に示すように、矢方斜め方向(Y1、Y2方向)に沿って延出する透光孔40a1、40a2及び40b1、40b2が形成されている。また、透光体205aの底面には、前記透光孔40a、40bに形成された透光孔40a1、40a2及び40b1、40b2と係合するリング215a、215b、215c、215dが設けられている。

【0040】この結果、レバー212a、212bを、矢方X1、X2方向に出入れすることにより、透光体40a、40bは、矢方の透光孔に沿って、Y1、Y2方向に移動すると共に、斜め方向に移動する。図15は、透光体及びその駆動機構の第4の構成例を示す図であり、図(a)は平面図、図(b)は側面図である。この駆動機構は、上記したようなリング機構に加え、カム機構を備えている。

【0042】図5に示した透光体205aの側面は、斜め方向に移動可能で回転操作可能なカム軸220が貫通して設けられている。カム軸220には、透光体40a、40bを取り付けたカムフォロワー221a、221bが配

されている。各カムフォロワー221a、221bには、回転固定軸222a、222bが設けられており、これらの一端部は、図5に示した透光体205aに形成された保持部225に形成された長孔225aに係合して、カムフォロワー221a、221bの回転を規制している。また、回転固定軸222a、222bの他端部は、カム軸220に形成された溝部220a、220bに係合しており、カム軸220を回すことによって回転させ、各カムフォロワー221a、221bを軸方向に沿って移動させる。

【0043】この結果、カム軸220を軸方向(矢印X方向)に移動させることで、各透光体40a、40bを一体的に軸方向に移動させることができ、また、溝部220cによってカム軸220を回転させることで、各透光体40a、40bを互いに接近、離反させ、その間隔を変えることができる。

【0044】以上のような透光体及びその駆動機構によれば、實體顕微鏡における左右の対物レンズの各電、前後方向において均等に絞ることができる。左右の電が均等に絞られるため、左右の像の見え方は均等となり、實體顕微鏡の特徴である左右の視差が立体感が得られ、この場合、各透光体40a、40bを移動させることで、根本30に対する直接光と回折光の割合を任意に調整して、コントラストを連続的に変化させることが観察を行うことができる。さらに、透光体40a、40bを接近させることで直接光をカットし、暗視野としての観察も可能となる。このように、各対物レンズの瞳に入射する光量を自由に定められるので、コントラストを自由に制御でき、しかも斜光を加えることで、さらにコントラストを強調することができ、幅広い根本30に対応できる。もちろん、上記した駆動機構は、通常の顕微鏡にも適用可能である。

【0045】次に、対物レンズの瞳内に形成される開口形状の制御を行う別の構成を、通常の顕微鏡に適用した場合について説明する。

【0046】図16は、前記対物レンズの瞳内に形成される開口に対し、部分の光の強度を制御する構成を示している。図(a)に示すように、一方の透光体40aの近傍に、光の強度を制御する光学部材、例えばND(Neutral density)フィルタ45を移動可能に配置する。このフィルタ45は、図(b)に示すように、矢印方向に移動可能であり、透光体40aの移動と独立して移動可能と構成されている。

【0047】図(b)において、図Cに各透光体40a、40bに透光される領域を斜線で示し、光がフィルタ45を透過する領域を格子線で示している。このように構成することによって、電Bで示すように、対物レンズの瞳内に、光量の異なる場合、対物レンズの瞳内に形成される開口の制御について、図18を参照して説明する。

が印刷された領域を示す)。この結果、根本30に直接入射する照明光の光量が抑えられ、根本30の細かい領域をコントラスト良く観察し易くなる。また、透光体40a、40b及びフィルタ45を任意に移動させることで、根本30を照明する照明光の角度を変化させて、対物レンズに直接入射する照明光と根本30から発する回折光の割合をより細かく調節できる。

【0048】なお、上記したフィルタ45は、透光体40aに重なるように配置したが、図(c)に示すように、照明の自由度を増やすことができる。【0049】図17は、前記対物レンズの瞳内に形成される開口に対し、部分的に光の強度を制御する別の構成例を示している。図17(a)に示した構成は、一方の透光体40aの近傍に、透光体40bを2枚のNDフィルタ45a、45bを重ね、互いに独立移動可能で、かつ透光体40a、40bに対して独立移動可能に配置したものである。

【0050】このように構成することによって、同じ大きさの開口部に対して、光の強度を調節することができ、照明の自由度が増すと共に、位相根本30を可視化させてコントラストの調節をより細かく行える。もちろん、この構成においても、透光体40bに、同一の構成のフィルタ45a、45bを配置してもよい。

【0051】また、上記した構成は、光の強度を調節する部材として、NDフィルタを用いたが、偏光素子を用いても開口部における強度を任意に調節することが可能である。例えば、図17(b)に示すように、コンデンサの電Aの領域を全てを覆う偏光可能な偏光板46aを、透光体40a、40bに隣接して配置すると共に、透光体40aの近傍に、偏光板46bを矢印方向に移動可能に配置しておく。この結果、偏光板46bを偏光板46aに重ね、かつ偏光板46aを回転させることで、重なり領域において光の強度を連続的に調節することができ、位相根本30のコントラストを連続的に変化させることができる。

【0052】あるいは、上記したようなNDフィルタや、偏光板以外にも、液晶パネルを用いても、同様な効果を得ることができる。すなわち、液晶パネルに加える印加電圧を制御することで、対物レンズの瞳内に形成される開口の形状を変化させ、開口内において明るさの異なる領域を任意に形成することができ、また、上記したようなNDフィルタ、偏光素子、液晶素子を、任意に組み合わせてもよい。

【0053】上記した構成において、コンデンサレンズは、図6に示すように、開口絞り41を具備するようになり41を備えている。ここで、コンデンサレンズの開口絞り41を備えている場合、対物レンズの瞳内に形成される開口の制御について、図18を参照して説明する。







図 1、図 2、…は、光源部から順に配置された各レンズの断面図、  
d1、d2、…は、各レンズの d 軸の長さ、  
od1、od2、…は、各レンズの d 軸の位置、  
v1、v2、…は、各レンズの f 値である。

開口絞り (70)、図 (P1) は、第 4 面から第 5 面に 20.0 の位置にある。

r1=27.892 d1=5.8 m11=1.77250 v1=49.8  
r2=∞ d2=2.84  
r3=-92.482 d3=2.80 m12=1.74077 v2=27.79  
r4=92.482 d4=48.91  
r5=-19.919 d5=2.45 m13=1.84668 v3=93.78  
r6=∞ d6=5.66 m14=1.59551 v4=99.21  
r7=-19.194 d7=0.2 m15=1.7725 v5=49.8  
r8=∞ d8=3.09  
r9=-34.61 d9=3.8  
r10=∞ (ステーション面)

コンデンサレンズの焦点距離 74.94 mm

照明可能な最大開口数 NA1 0.16

最大照明領域に配置する対物レンズの倍率 1.25 倍

表 1 から 90 倍対物レンズの開口数 NA2 0.04

NA2/NA1=0.26 であるので (条件 2) を満足する。

【0088】上記したようなコンデンサレンズによ

り、図 (b) が低倍率時に用いられる構成である。  
【0090】高倍率時に用いられるコンデンサレン  
ズの位置が十分大きく、標本を照射する視野照明を  
含む偏光照明成分を確保できる。この結果、開口絞り位  
置近傍に、対物レンズの筒内に形成される開口の形状を  
制御する透光体を移動可能に配置することで、透明な位  
相標本等を可視化し、連続的にコントラストを変化させ  
ることができ、従来の技術で述べたように、  
この倍率領域では、位相標本を可視化してコントラスト  
を変化させるような照明が無いので、この構成例によ  
り、従来のような照明が実現できる。

【0089】(構成例 4) 図 3.3 は、開口絞りと同本の  
間にある少なくとも 1 つのレンズ群が、高倍率と低倍率  
に応じて切替えて使用されるコンデンサレンズの構成を  
示している。図 (a) が高倍率時に用いられる構成であ

図 1、図 2、…は、光源部から順に配置された各レンズの断面図、  
d1、d2、…は、各レンズの d 軸の長さ、  
od1、od2、…は、各レンズの d 軸の位置、  
v1、v2、…は、各レンズの f 値である。

(高倍率時 10 倍から 100 倍まで)

開口絞り (70) は、第 1 面より第 2 面に 10.4 の位置にある。  
図 (P1) は、第 1 面より第 2 面に 6.40 の位置にある。  
r1=111.02 d1=8.77 od1=1.48740 v1=70.2  
r2=-17.28 d2=3.16 m12=1.68921 v2=41.1  
r3=-69.01 d3=0.11  
r4=-21.55 d4=8.09 od2=1.741 v3=52.7  
r5=-27.76 d5=2.3 m14=1.44060 v4=23.9  
r6=-78.63 d6=0.23  
r7=8.28 d7=6.9 od3=1.741 v5=59.7  
r8=12.59 d8=3.64  
r9=∞ (ステーション面)

(低倍率時 1.25 倍から 4 倍まで)

開口絞り (70) は、第 1 面より第 2 面に 10.4 の位置にある。

図 (P1) は、第 1 面より第 2 面に 94.3 の位置にある。  
r1=111.02 d1=8.77 od1=1.48740 v1=70.2  
r2=-17.28 d2=3.16 m12=1.68921 v2=41.1  
r3=-69.01 d3=0.11  
r4=-21.55 d4=8.09 od2=1.741 v3=52.7  
r5=-27.76 d5=2.3 m14=1.44060 v4=23.9  
r6=-78.63 d6=0.23  
r7=8.28 d7=6.9 od3=1.741 v5=59.7  
r8=12.59 d8=3.64  
r9=∞ (ステーション面)

高倍率時のコンデンサレンズの焦点距離 F1 13.29

低倍率時のコンデンサレンズの焦点距離 F2 43.63

F1/F2=0.30

【0093】上記したようなコンデンサレンズによ

り、図 (a) が高倍率時に用いられる構成であ  
り、図 (b) が低倍率時に用いられる構成である。この  
場合、高倍率時に用いられるコンデンサレンズは、図 3  
0 に示した構成と同一であり、低倍率時に用いられるコ  
ンデンサレンズは、図 3.2 に示した構成と同一である。  
以下にコンデンサレンズの構成を示す。

【0094】(構成例 5) 図 3.4 は、高倍率と低倍率に

【表 6】



r 1, r 2, ...は、光軸部から順に配置された各レンズの曲率半径。  
d 1, d 2, ...は、各レンズの11ガラス材の厚さ  
m1, m2, ...は、各レンズの11曲率半径  
v 1, v 2, ...は、各レンズの11屈折率。

(全体厚さ 10倍から100倍まで)  
開口絞り (70) は、第1面より光軸側に10.4の位置にある。  
瞳 (71) は、第1面より光軸側に5.40の位置にある。

r 1	111.02	d 1	-8.77	m1	-1.68749	v 1	-70.2
r 2	-17.26	d 2	-3.16	m2	-1.6821	v 2	-41.1
r 3	-69.01	d 3	-0.11	m3	-1.741	v 3	-62.7
r 4	-4.869	d 4	-8.05	m4	-1.14666	v 4	-23.8
r 5	-79.83	d 5	-0.28	m5	-1.741	v 5	-62.7
r 6	-79.83	d 6	-0.28	m6	-1.741	v 6	-62.7
r 7	-8.28	d 7	-0.9	m7	-1.741	v 7	-62.7
r 8	12.66	d 8	-3.64	m8	-1.741	v 8	-62.7
r 9	∞	d 9	∞	m9	-1.741	v 9	-62.7

(全体厚さ 1.25倍から4倍まで)  
開口絞り (70) は、第4面から光軸側に20.0の位置にある。  
瞳 (71) は、第4面から光軸側に20.0の位置にある。

r 1	27.892	d 1	-5.8	m1	-1.7250	v 1	-40.5
r 2	∞	d 2	-2.34	m2	-1.74077	v 2	-37.79
r 3	-62.452	d 3	-2.80	m3	-1.84000	v 3	-32.78
r 4	-92.482	d 4	-4.48	m4	-1.59551	v 4	-39.21
r 5	-19.919	d 5	-2.45	m5	-1.725	v 5	-49.8
r 6	∞	d 6	-5.85	m6	-1.725	v 6	-49.8
r 7	-18.184	d 7	-0.3	m7	-1.725	v 7	-49.8
r 8	∞	d 8	-3.89	m8	-1.725	v 8	-49.8
r 9	-24.61	d 9	-3.8	m9	-1.725	v 9	-49.8
r 10	∞	d 10	∞	m10	-1.725	v 10	-49.8

コンデンサレンズの焦点距離 74.94 mm  
高倍率時のコンデンサレンズの焦点距離 F1 13.29  
低倍率時のコンデンサレンズの焦点距離 F2 74.94  
F1/F2=0.18

【0096】上記したようなコンデンサレンズによ

り、低倍率時の開口絞り位置近傍に、透光体を配置したこと  
で、1.25倍から4倍において、位相補正等を可視化  
し、コントラストを連続的に変化させることができる。  
また、高倍率時のコンデンサレンズは、位相補正、微  
分干涉観察をするための光学系をコンデンサレンズの  
位置に配置することで、そのような観察が可能とな  
る。

【0097】この結果、低倍率から低倍率の領域では、上  
記したような低倍率のコンデンサレンズで位相補正を可  
視化して観察することができ、高倍率時には、位相補正  
観察、微分干涉観察、及び視野観察等を行うことがで  
きる。また、多様な観察法に対応できる照明光学系とな  
る。低倍率時に配置される透光体74a、74bの位置  
と、高倍率時のコンデンサレンズの位置が近い位  
置に、高倍率時のコンデンサレンズで、透光体74a、74  
bを使用して、対物レンズの室内に形成される開口を制  
御することができる。

【0098】以上のような透過照明光学系は、図示しな  
い薄層透光体観察と組み合わせて使用することも可能で  
ある。位相補正観察用対物レンズのように、対物レンズの  
位置に位相補正を配置する必要があるため、対物レン  
ズにロスが無く、蛍光を明るく観察することができる。蛍

光には、上述した実施の形態の透光体と同様に構成され  
た第1及び第2の透光体95a、95bが移動可能に配  
置されている。さらに、第2の透光体86と第2の補  
助凸レンズ91との間に、同様な構成の透光体95  
c、95dが移動可能に配置されている。

【0102】上記構成によれば、光源80から出射した  
光は、平行光束部材82で効率よく集束されて略平行光  
線になり、第1の透光体83に入射する。第1の透光体  
83は照明視野を拡大するために大きな面積の略均一な光  
源として役割を持つ。第1の透光体83で透過された  
光は、第1の集光部材85によって集束される。第1の  
集光部材85は第1の透光体85で発散方向に透過され  
た光を照明に有効な収束方向に集束する役目を持つ。

【0103】第2の透光体86に入射した光は、さらに  
その収束方向に沿って透過される。第2の透光体86は  
開口数を満たすための光の透過を行い、最終的な光源と  
なる。第2の透光体86で透過された光は、偏向ミラー  
87によって上方に偏向され、第2の集光部材88に入  
射し、増大開口数部材89を通して増大開口数を照明す  
る。

【0104】第2の透光体86と偏向ミラー87との間  
に挿入される第1の補助凸レンズ91は、照明視野が狭  
い開口数が大きくなる高倍率対物レンズのために、光の  
収束を強く、光の利用効率を上げる役目を果たす。ま  
た、偏向ミラー87と第2の集光部材88との間に挿入  
される第2の補助凸レンズ92は、第2の集光部材88  
と併せて凸レンズのパワーを上げることで、照明視野を  
狭め角度の大きい光で増大開口数を照明する役目を実  
現する。すなわち、照明光学系が、対物レンズの倍率に応じ  
て切り換えられるため、最適な照明条件で観察できる。

【0105】高倍率の対物レンズは焦点距離が短く、照  
明装置内の照明位置は、第2の集光部材88に隣りな  
く近づく。また、低倍率の対物レンズの場合は、そこか  
ら離れ、偏向ミラー87で光軸を折り返す位置の手前  
に配置される。透光体95a、95b、及び95c、95  
dを各々配置し、各透光体を独立して光軸に対して傾  
斜を行うことで明るさを形成でき、さらに、各透光体  
を光軸から任意にずらすことで、傾斜照明が可能にな  
る。

【0106】なお、上述した透光体95a、95b (9  
5c、95d) は、図12乃至図15に示した駆動機構  
によって移動可能となっており、透光体によって、左右  
の対物レンズの位置は、図11、図20～図25に示した  
ように、共に上下方向から均等に収束される。左右の位置  
均等に収束されるため、左右の像の見え方は均等となり、  
実体顕微鏡の特徴である左右の像の相対的な立体感が得  
られる。また、前記実施の形態と同様、透光体を移動す  
ることで、対物レンズやの位置に対する直接光と、回折  
光の割合を制御することができる。コントラストを強調し

たり、連続的に変化させることができる。すなわち、微  
細構造を持つ標本に対して非常に細かなコントラスト  
調整が可能になり、今まで観察不可能であったものが観  
察できるようになる。また、高倍率と低倍率で、偏斜  
95 度 に絞りを配置したので、高倍率から低倍率へ  
照明を行うことができる。また、低倍率から高倍率へ  
切り換えは、レンズ91、92の付加によって実現でき  
るため構造が簡単になり、安価に構成できる。さらに、  
傾斜板を二つ配置し、各々の役割を明確にしたので、光  
学系の最適設計を行い易く、効率が良くなり、不必要に  
10 傾斜効果が大きい傾斜板を用いなくとも済む。

【0107】図36は、図35に示した構成の変形例を  
示す。この変形例において、図35に示した構成との相  
違点は、偏向ミラー87を回動可能に構成し、かつ、低  
倍率側の透光体95c、95dを設けた点である。

【0108】これは、微細構造を観察する場合、主に解  
像の観点から、高倍率で観察が行える、という要求が高  
いことに基づく。なお、低倍率での観察は、回動する偏  
向ミラー87aによって、十分な照明効果 (傾斜照明)  
20 で大きい視野を従来のコントラストで得られる。こ  
のように、高倍率での傾斜照明を透光体95a、95b  
で行い、低倍率での傾斜照明を偏向ミラー87aで行う  
ことにより、コストの低下が図れる。また、位置の共  
役関係が不十分な中倍率での傾斜照明も偏向ミラー87  
aで行えるため、使い勝手が良い。

【0109】なお、図35、図36に示した実施の形態  
における照明系は、傾斜照明において、高倍率、低倍率  
で照明視野の充足と、開口数 (値) の充足を行うための  
一例である。したがって、公知の明視野照明装置の位置  
25 度 に、上記したような透光体を配置しても、十分に傾斜  
照明が行える。但し、傾斜照明を行うにあたり、その汎  
用性、効果を十分に発揮するためには、上記の照明系も  
しくはそれ以上の広い照明視野と、大きな開口数を持  
た光学系と組み合わせることが好ましい。

【0110】また、図に示した照明光学系において、第  
1、第2の透光体83、86を一体化し、第1の集光部  
材85をなくして第1、第2の傾斜板各々にレンズ効果  
を分配することも可能である。また、第1、第2の補助  
凸レンズ91、92を挿入する代わりに、第1、第2の集  
40 光部材85、88の焦点距離を揃えることも可能であ  
る。また、補助凸レンズを挿入する位置も変更することが可  
能である。

【0111】また、図36に示した実施の形態  
において、以下のように変形することが可能である。

【0112】ズーム実体顕微鏡の高倍率の位置、およ  
び低倍率の位置と各々共役な位置に、少なくとも2  
つの透光体を移動可能に配置する。このような構成によ  
る。また、高倍率と低倍率で、最適な傾斜照明を実現で  
きる。

【0113】図に示す光学系に、光源からの出射光軸を

上方に偏向する他の偏向部材を設け、この偏向部材を傾けて照明光線を偏斜させるように構成する。このように他の偏向部材の偏斜を組合わせることで、偏斜照明の範囲が広がる。

【0114】

【発明の効果】以上、本発明によれば、次のような効果が得られる。

【0115】顕微鏡の対物レンズの瞳内に形成される開口の形状を、遮光体の移動によって制御すること、瞳孔を透過して対物レンズに入射する直接光と回折光の強度の割合を制御することが可能となる。この結果、位相標本のような透明な物体を可視化し、かつコントラストを連続的に変化させることが可能となり、様々な厚みや屈折率の異なる標本を最適に照明できる。しかも、顕微鏡に特別な対物レンズを設ける必要もない。

【0116】低倍率域や高倍率域では、従来の明視野照明法しか存在しなかったが、本発明の照明法によって、低倍率域や高倍率域から位相標本を可視化して、標本の全体的構造や分布を観察することができ、さらに、従来の位相観察法や、微分干渉観察法を併せて用いることにより、多様な照明を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】(a)乃至(d)は、一般的な偏斜照明法におけるコンデンサレンズの模式図、及び夫々の開口絞りによって形成される開口形状を示す図。

【図2】(a)は、一般的な暗視野照明法におけるコンデンサレンズの模式図であり、(b)は、絞りの形状を示す図。

【図3】(a)は、従来の透過照明装置の概略構成を示す図であり、(b)は、左右の対物レンズの開口形状を示す図。

【図4】(a)は、従来の透過照明装置の概略構成を示す図であり、(b)は、左右の対物レンズの開口形状を示す図であり、(c)は、左右の対物レンズの開口形状を示す図。

【図5】本発明の透過照明装置が適用可能な実体顕微鏡の外観を示す図。

【図6】図5に示した実体顕微鏡の光学系の構成を模式的に示す図。

【図7】(a)は、明視野照明状態におけるコンデンサレンズと対物レンズの部分を模式的に示す図であり、(b)は、その時の瞳の形状を示す図。

【図8】(a)は、図6に示した光学系において、遮光体、コンデンサレンズ、対物レンズの部分を模式的に示す図であり、(b)は、その時の瞳の形状を示す図。

【図9】(a)は、図8に示した構成において、遮光体を移動させた状態を示す図であり、(b)は、その時の瞳の形状を示す図。

【図10】(a)は、図8に示した構成において、遮光体を移動させた状態を示す図であり、(b)は、その時の瞳の形状を示す図。

の瞳の状態を示す図。

【図11】(a)乃至(d)は、夫々図7乃至図10に対応する図であり、図6に示した光学系を、実体顕微鏡に適用した場合の瞳と遮光体との位置関係を模式的に示す図。

【図12】顕微鏡本体内に設けられる遮光体の駆動機構の一例を示す図。

【図13】遮光体の駆動機構の第2の構成例を示す図。

【図14】遮光体の駆動機構の第3の構成例を示す図であり、(a)は平面図、(b)は側面図。

【図15】遮光体の駆動機構の第4の構成例を示す図であり、(a)は平面図、(b)は、図(a)のI-I線に沿った断面図。

【図16】対物レンズの瞳に形成される開口に対し、部分的に光の強度を制御する構成を示す図であり、(a)は、遮光体の位置を模式的に示す図、(b)は、遮光体の位置を模式的に示す図、(c)は、遮光体部分の別の構成例を示す図。

【図17】(a)及び(b)を含み、それぞれ、対物レンズの瞳に形成される開口に対し、部分的に光の強度を制御する別の構成例を示す図。

【図18】対物レンズの瞳に形成される開口形状を制御する別の構成例を示す図であり、(a)は、光学系の概略を示す図、(b)は、遮光体と瞳の関係を模式的に示す図。

【図19】対物レンズの瞳に形成される開口形状を制御する別の構成例を示す図であり、(a)は、光学系の概略を示す図、(b)は、遮光体と瞳の関係を模式的に示す図。

【図20】実体顕微鏡において、対物レンズの瞳に形成される開口に対し、部分的に光の強度を制御する構成を示す、遮光体と瞳の関係を模式的に示す図。

【図21】図20において、遮光体部分の別の構成例を示す図。

【図22】対物レンズの瞳に形成される開口に対し、部分的に光の強度を制御する別の構成例を示す図。

【図23】対物レンズの瞳に形成される開口に対し、部分的に光の強度を制御する別の構成例を示す図。

【図24】実体顕微鏡における対物レンズの瞳に形成される開口形状を制御する別の構成例を示す図であり、(a)は、光学系の概略を示す図、(b)は、遮光体と瞳の関係を模式的に示す図。

【図25】実体顕微鏡における対物レンズの瞳に形成される開口形状を制御する別の構成例を示す図であり、(a)は、光学系の概略を示す図、(b)は、遮光体と瞳の関係を模式的に示す図。

【図26】遮光体の別の構成例を示す図であり、(a)乃至(e)は、それぞれ、2つの遮光体が移動した際の位置関係を模式的に示す図。

【図27】遮光体の別の構成例を示す図であり、(a)及び(b)は、それぞれ、2つの遮光体が移動した際の位置関係を模式的に示す図。

【図28】遮光体の別の構成例を示す図であり、(a)は、その時の瞳の形状を示す図、(b)は、その時の瞳の形状を示す図。

は、1枚の遮光体の構成を示す図、(b)及び(c)は、それぞれ、2つの遮光体が移動した際の位置関係を模式的に示す図。

【図29】透過照明光学系の別の構成例を示す図。

【図30】本発明の透過照明光学系に用いられる高倍率用コンデンサレンズの構成を示す図。

【図31】高倍率用コンデンサレンズの第2の構成例を示す図。

【図32】本発明の透過照明光学系に用いられる低倍率用コンデンサレンズの構成を示す図。

【図33】顕微鏡透過照明装置に用いられる切欠可能なコンデンサレンズの構成を示す図、(a)は高倍率用コンデンサレンズの構成を示す図、(b)は低倍率用コンデンサレンズの構成を示す図。

【図34】顕微鏡透過照明装置に用いられる切欠可能なコンデンサレンズの第2の構成例を示す図、(a)は

高倍率用コンデンサレンズの構成を示す図、(b)は低倍率用コンデンサレンズの構成を示す図。

【図35】本発明の別の実施の形態を示す図。

【図36】図29に示した実施の形態の変形例を示す図。

【符号の説明】

20...光源

26...コンデンサレンズ

30...標本

31...対物レンズ

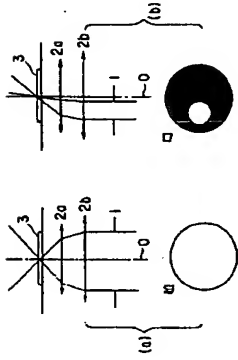
40, 40b, 40c, 40d, 40e, 40f...遮光体

45, 45a, 45b...フィルム

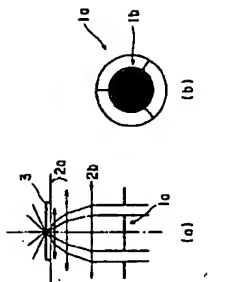
46a, 46b...偏光板

95a, 95b, 95c, 95d...遮光体

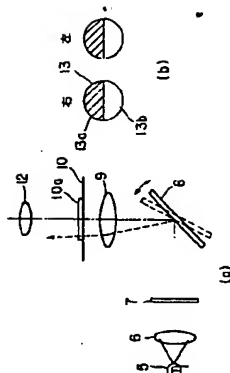
【図1】



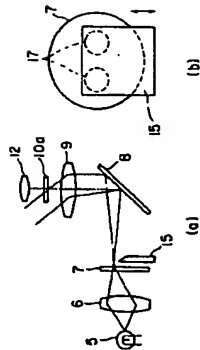
【図2】



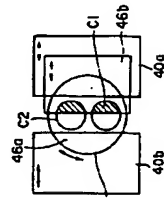
【図3】



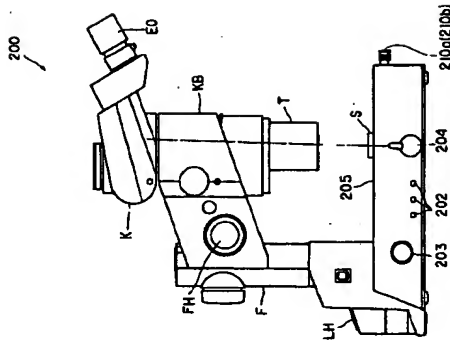
【圖 4】



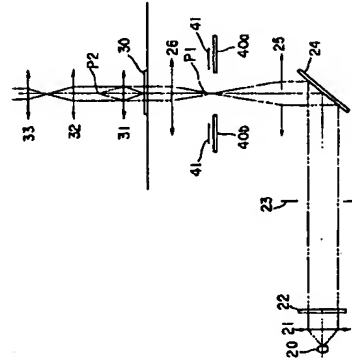
【圖 23】



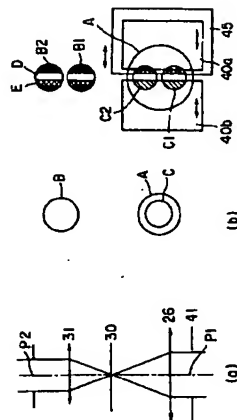
【圖 5】



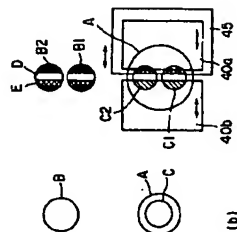
【圖 6】



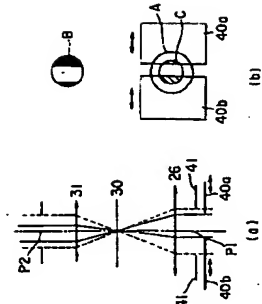
【圖 7】



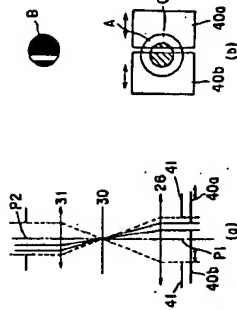
【圖 20】



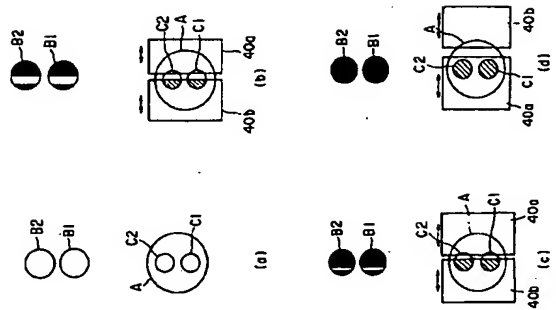
【圖 8】



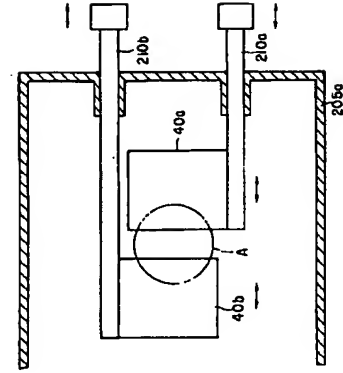
【圖 9】



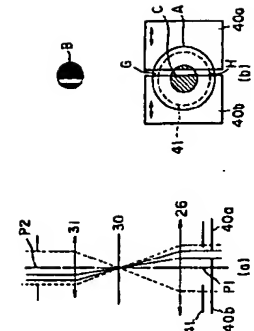
【圖 11】



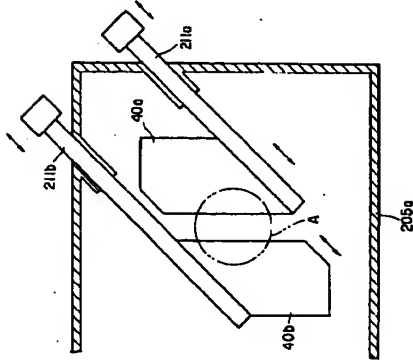
【圖 12】



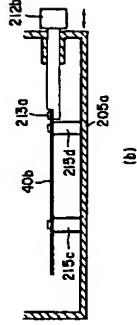
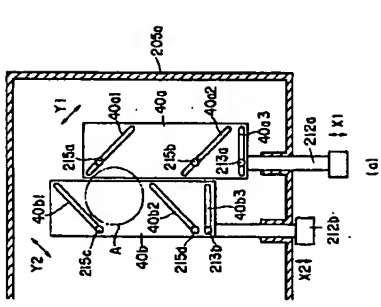
【圖 18】



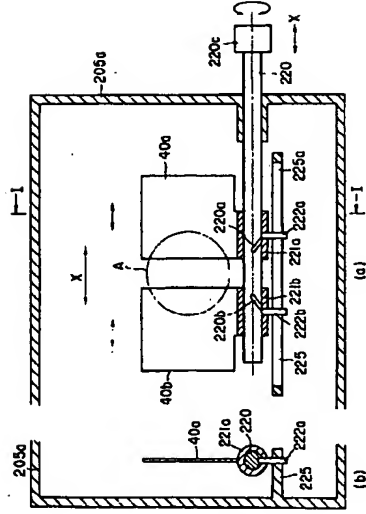
【圖 13】



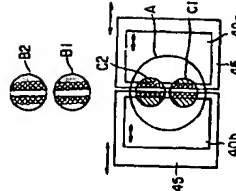
【圖 14】



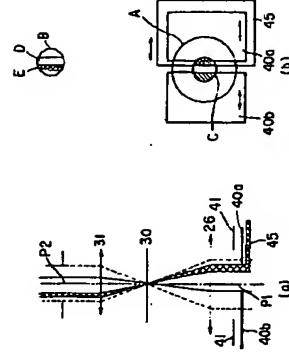
【圖 15】



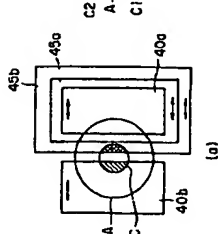
【圖 21】



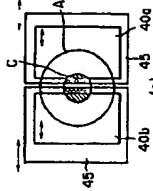
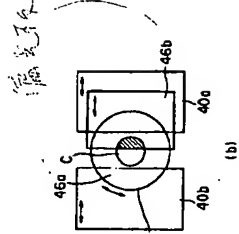
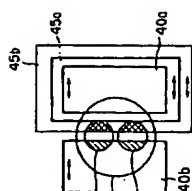
【圖 16】



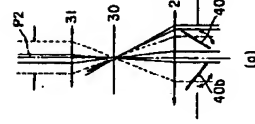
【圖 17】



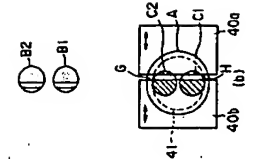
【圖 22】



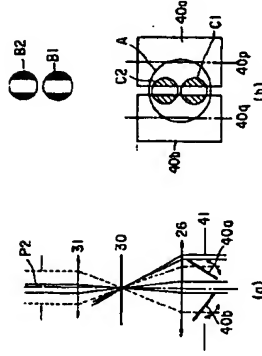
【圖 19】



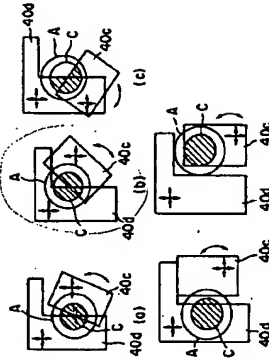
【圖 24】



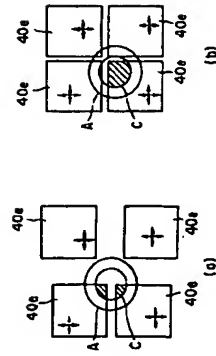
【圖 25】



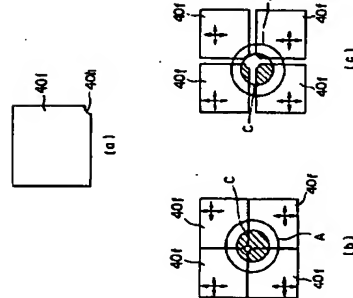
【圖 26】



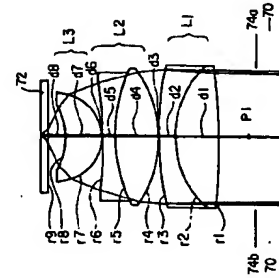
【圖 27】



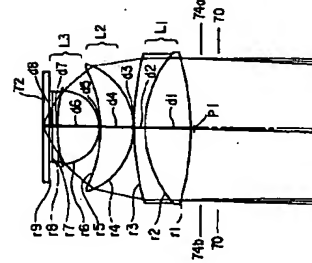
【圖 28】



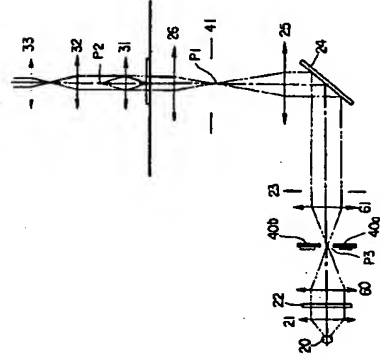
【圖 30】



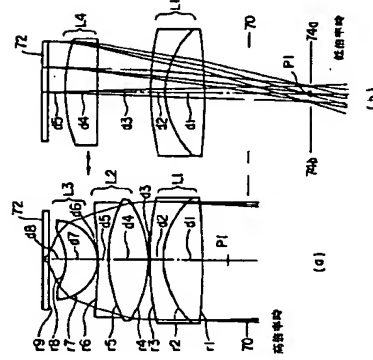
【圖 31】



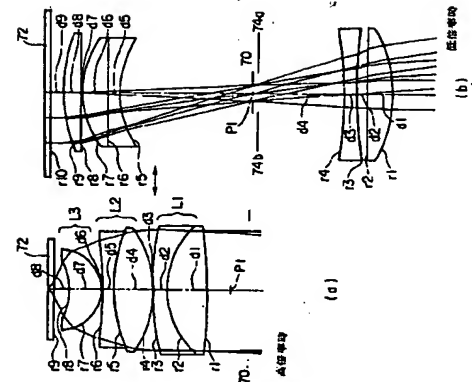
【圖 29】



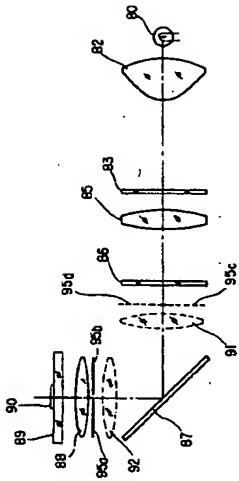
【圖 33】



【圖 34】



【圖 3 5】



【圖 3 6】

